

Übungsblatt 4

Abgabetermin: Gruppe 1 und Gruppe 2 : **25.05.2009** Gruppe 3 und Gruppe 4 : **26.05.2009**

1. Fehlererkennung (H)

Bei der Übertragung von Daten kann die gesendete Bitfolge verfälscht werden, so dass der Empfänger diese falsch interpretiert (z.B. statt einer Null eine Eins liest). Ursachen sind z.B. Interferenz, Störuschen oder Dämpfung. Methoden zur Fehlererkennung ermöglichen mit hoher (aber nicht 100% iger) Wahrscheinlichkeit festzustellen, ob ein solcher Fehler aufgetreten ist.

Eine Erweiterung einer einfachen Paritätsprüfung einer Bitfolge ist ein Schema mit zweidimensionaler Parität, bei dem sowohl die Zeilen, als auch die Spalten mit einem Paritätsbit versehen werden.

Gegeben seien folgende Eingabe-Bitmuster:

A) 0101 1010 und

B) 1100 1100

- (a) Welcher Vorteil ergibt sich beim Verfahren mit zweidimensionaler Parität gegenüber der einfachen Paritätsprüfung einer Bitfolge?
- (b) Die Korrektheit der Übertragung dieser Bitmuster soll mittels Prüfsummen gesichert werden. Welches Ausgabe-Bitmuster ergibt sich
 - (i) nach Anwendung eines zweidimensionalen Paritätsschemas (2 Zeilen x 4 Spalten)? Bitten geben Sie Ihre Lösungen für die beide Bitmuster mit *gerader Parität* an. Die sich ergebenden Bitfolgen nennen wir A_{par} und B_{par} .
 - (ii) durch Hinzufügen einer CRC-Prüfsumme, die mit dem Generatorpolynom x^3+1 erzeugt wurde? Die sich ergebenden Bitfolgen nennen wir A_{CRC} und B_{CRC} .
- (c) Bei der Übertragung der entstehenden Ausgabe-Bitmuster A_{CRC} bzw B_{par} wird jeweils das zweite Bit (von vorn) durch eine Störung invertiert. Zeigen Sie für beide obige Methoden (zweidimensionale Parität und CRC), dass der Fehler vom Empfänger erkannt werden kann.

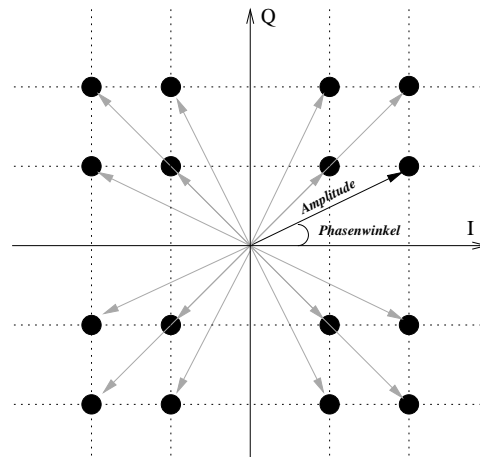
2. Signalübertragung in Rechnernetzen (H)

- (a) In der Vorlesung wurde das Gesetz von Shannon eingeführt. Wie hoch ist die maximal erreichbare Datenübertragungsrate, wenn ein binäres Signal über einen 10-kHz-Kanal mit Signal-Rausch-Verhältnis von 20dB gesendet wird?
- (b) Welche Übertragungsrate benötigt ein analoges Signal mit einer Bandbreite von 22kHz mindestens, wenn es mit 16 Bit/Sample abgetastet wird?
- (c) Wieviele Sprachkanäle (z.B für Telefonie, gehen Sie von 8-Bit-Quantisierung, Bandbreite von 4 kHz aus) kann man gleichzeitig über eine Fast-Ethernet-Verbindung übertragen?

3. Modulationsverfahren (H)

Signale können durch Veränderungen von Amplitude, Frequenz oder Phase auf einen Träger moduliert werden. Im einfachsten Fall wird dabei nur 1 Bit pro Symbol repräsentiert (0 oder 1). Unabhängig von der Bandbreite eines Kanals kann die Übertragungsrate erhöht werden, indem die Anzahl der erlaubten Modulationszustände erhöht wird.

Ein gängiges Verfahren hierfür ist die sogenannte *Quadrature Amplitude Modulation (QAM)*. Dieses Verfahren kombiniert Amplituden- und Phaseninformationen bei der Modulation. Die Bezeichnung der Varianten von QAM geben Auskunft über die Anzahl der erlaubten Zustände. Beispielsweise wird bei QAM-16 (siehe Abbildung) zwischen 16 verschiedenen Signalzuständen unterschieden.



- (a) Wieviele Bit pro Signalschritt (bzw. Symbol) können bei QAM-16 übertragen werden?
- (b) Welche ist die maximal erreichbare Datenrate, wenn mit QAM-256 moduliert und mit 1200 Baud übertragen wird?

4. Lichtwellenleiter

- (a) Es gibt drei Arten von Glasfasern: Monomodefasern mit Stufenprofil, Multimodefasern mit Stufenprofil und Multimodefasern mit Gradientenprofil. Erklären Sie kurz für diese drei Arten, wie sich das Licht in den Fasern ausbreitet! Erstellen Sie zusätzlich jeweils eine Skizze!
- (b) Geben Sie für die folgenden Anwendungsbeispiele jeweils an, welche Glasfaserart eingesetzt werden sollte:
 - (i) Übertragungsstrecke bis zu 1 km ohne Repeater.
 - (ii) Übertragungsstrecke bis zu 10 km ohne Repeater.
 - (iii) Übertragungsstrecke bis zu 50 km ohne Repeater.
- (c) Bei der Übertragung von Lichtsignalen durch Lichtwellenleiter tritt Modendispersion auf. Erklären Sie kurz, was Modendispersion bedeutet! Warum tritt bei Monomodefasern keine Modendispersion auf?